植 物 分 类 学 报 34(1):29~38(1996)
Acta Phytotaxonomica Sinica

七筋姑的细胞地理学研究*

李思锋 常朝阳
（中国科学院陕西省西北植物研究所，陕西杨陵 712100）

A CYTOGEOGRAPHICAL STUDY ON *CLINTONIA UDENSIS* (*LILIACEAE*)

Li Si-feng Chang Zhao-yang
(*Northwestern Institute of Botany, Shaanxi Province, Academia Sinica*, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract The genus *Clintonia* has four species in North America and one in eastern Asia (Fig. 1). In this paper, the karyotypes and the intraspecific morphological and cytogeographic differentiations of ten populations of *C. udensis* from China are analysed, and the probable origin area of the genus is also discussed. The conclusions are as follows:

(1) Based on the chromosome numbers 2n=28 from the North American species, the Japanese and Himalayan groups, the earlier investigators established x = 14 as the basic chromosome number of *Clintonia*, and they thought that there was no polyploid in this genus except for aneuploid only in *C. borealis* (Utech, 1975; Utech and Suda, 1975), but a few authors (Sen, 1975; Wang *et al*, 1993) pointed out the x=7 basic number of this genus based on 2n=14 in *C. udensis* from Primorskiy Kray of Russia (Skolovskaya, 1966) and Yunlong, Yunnan Province of China (Wang *et al*, 1993) respectively. Our result along with the reports by previous authors (see table 1)shows that at least two ploid levels exist in *C. udensis*, i. e. 2n=14 and 2n=28. The diploids are widely distributed from northwest Yunnan of China to Primorskiy Kray of Russia, while the tetraploids are located in northwest Yunnan, Himalayas, Japan, and a narrow area in Mt. Hualongshan of southern Shaanxi (07 population) (Fig. 2). Therefore, the basic chromosome number of *Clintonia* certainly is x=7 rather than x=14, while 2n=28 in North America, Japan and Himalayan area are tetraploid, not diploid, According to the previous data, so far no diploid taxa of *Clintonia* has been found in North America and Himalayas. So we consider that the primitive type of *Clintonia* is in eastern Asia, and the secondary diversity center and the present distribution center of this genus are in North America.

(2) *C. udensis* is widely distributed in eastern Asia (Fig. 2); it has two cytotypes. The

---

* 承蒙应俊生、袁永明、郭小思诸先生大力支持和帮助，洪德元、徐朗然、李懋学等先生提供宝贵意见，谨此一并致谢！
1994-04-12 收稿。

karyotypes for all the diploid populations are remarkablely similar. Taken together, they can be roughly repersented by the formula: K(2n)=14=2V+6J+2v+4j(2NOR+2j). The chromosomes range in length 25.55～12.78 μm, with the ratio of the longest to the shortest 2.0. The karyotype belongs to Stebbins (1971)2A(→2B). For the tetraploid taxa, except for 07 population, karyotypes are also identical and may be roughly symbolized as: K(2n)=28=4V+12J+4v+8j(2NOR+6j). The length of chomosomes is from 27.87 to 13.93 μm, with the ratio of the longest to the shortest 2.0, and thus the karyotype belongs to 2A(→2B). The karyotype of 07 population is similar to those of above tetraploid taxa but also has some differences, especially in the position of satellites and the morphology of 10th and 14th pairs of chromosomes. Its formula is K(2n)=28=4V+12J(2NOR+10J)+4v+8j(2n=28=10m+16sm(2SAT)+2st). The ratio of the longest (23.72 μm)to the shortest(12.97 μm) chromosomes is 1.83. The Karyotype belongs to 2A. And the distribution range of this population is very narrow. We think that it is probably a recent evolutionary event in *C. udensis*.

(3)Wether *Clintonia* in eastern Asia has 1 sp. or 2 spp. or 1 spp. and 1 var. has been debated for a long period. According to our observation, within *C. udensis*, only the size of seeds is related to its ploidy level, i.e. diploid individuals have smaller seeds and tetraploid ones have larger ones; the colour of seeds is related to its geographic distribution, i.e. the materials from the Himalayas through Yunnan, Sichuan to eastern Qinling Range have pale brown seeds, while those from Mt. Lüliang, Shanxi Province via Hebei, Liaoning, Jilin to Siberia and Japan have dark brown seeds. Some other morphological characters, such as the size of leaves and fruits, inflorescence type and flower numbers between individuals in one locality, even within one populaion have evident variation. Therefore, we consider that evidence(see Table 4)for separating *C. alpina* or *C. udensis* var. *alpina* from *C. udensis* is not sufficient.

Key words *Clintonia*; *C. udensis*; Population; Karyotype; Cytotaxonomy

摘要 根据本文对中国境内(从西藏聂拉木-吉林长白山)七筋姑10个居群的核型及细胞地理学和形态学分化的研究结果及前人的资料指出,东亚的七筋姑具有两种倍性,2n=14的二倍体和2n=28的四倍体。二倍体分布于云南～俄罗斯远东滨海边区,核型相当一致:K(2n)=2V+6J+2V+4j(2NOR+2j),2A(→2B)。四倍体除出现在东亚(或二倍体分布区)的两端——云南及其以西的喜马拉雅地区和日本外,目前仅在陕西南部化龙山北坡中山一带较狭的范围内发现。在东亚两端四倍体的核型为K(2n)=4V+12J+4v+8j(2NOR+6j),2A(→2B),且相当一致;在中部为K(2n)=4V+12J(2NOR+10J)+4v+8j [K(2n)=10m+16sm(2SAT)+2st],2A,二者核型具有相似性但有一定的差异。北美4种全部为2n=28,且核型一致。因此,七筋姑属的染色体基数x=7而非14。该属核型的原始类型在东亚,北美是该属的次生分化中心和现代分布中心。在东亚类群中,除种子随多倍化而增大,种子的颜色与地理分布有关外,很难从其它形态特征上作进一步区分。因此,主要以叶子大小、花序类型和花的数目,果实、种子的大小和颜色等特征作为*Clintonia alpina*或*C. udensis* var. *alpina*的分类依据是不充分的。

关键词 七筋姑属;七筋姑;居群;核型;细胞地理学

七筋姑属 *Clintonia* Raf. 是百合科黄精族一个较小的多年生草本属，由 5 个种组成，呈东亚-北美西部-北美东部间断分布(图 1)。本属全部 5 种的染色体数目和核型均已报道，其中以北美 4 种较为仔细(Utech，1975，1972；Utech *et al*，1973；Kapoor，1973，1970；Cave，1970；Lōve *et al*，1966；Kawano，1965；Walker，1944；Smith F，1943；Smith R，1911)，而对东亚种仅局限于对其分布区的两端(喜马拉雅地区、日本和俄罗斯远东地区)，我国本属材料的核型研究(表 1)，除王丽等(1993)报道了云南云龙地区材料的核型外，尚缺对中国西南至东北材料的研究。因此，本文作者重点研究了这一地区材料的核型，讨论了种内不同倍性的形态及细胞地理学分化，并结合前人的资料，对该属的起源及东亚七筋姑的分类等问题进行了初步探讨。

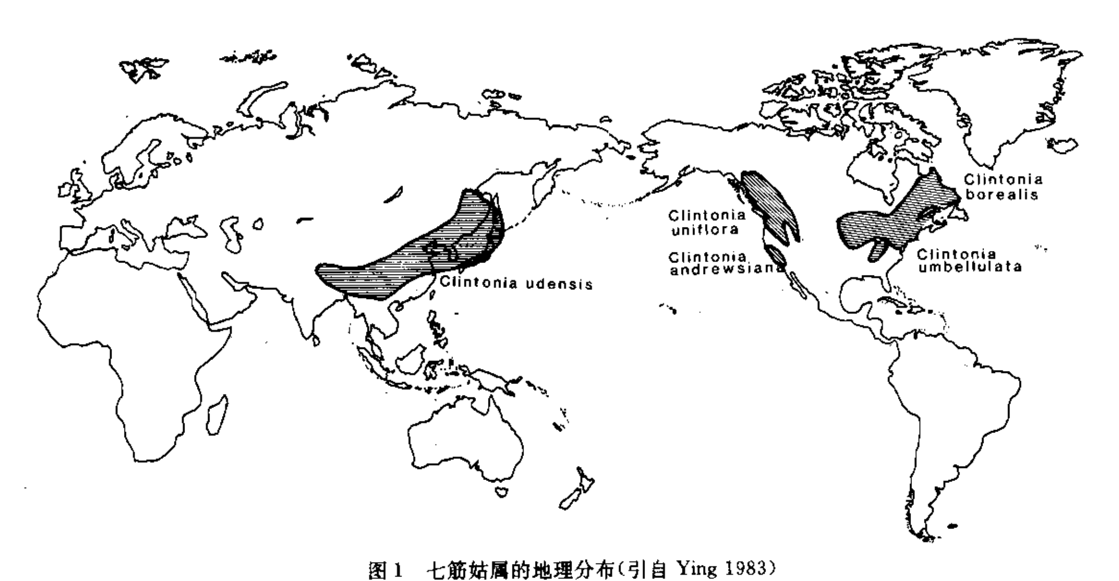


图 1 七筋姑属的地理分布(引自 Ying 1983)
Fig. 1 Tricentric distribution of *Clintonia* in East Asia and eastern and western North America (From Ying 1983)

表 1 七筋姑的染色体数目
Table 1 Previously published chromosome numbers for *Clintonia udensis*

分类群 Taxon	2n	n	产 地 Localities	报 道 者 Investigator
C. udensis	——	14	Japan：Mt. Sapporo-dake，Prov. Ishikari，Hokkaido	Matsuura and Sutô 1935
	28	——	Japan：unknown	Satô 1942
	28	——	Japan：Amihari Spa，Iwate	Utech and Suda 1975
	ca. 30	——	Russia：Sakhalin Is.	Sokolovskaya 1960
	14	——	Russia：Primorskiy kray	Sokolovskaya 1966
	14	——	China：Yunlong，Yunnan	王丽等 1993
C. udensis var. *alpina*	——	14	India：Phalut，Singalila Range	Hara and Kurosawa 1963，1964 Kurosawa 1966
	28	——	Sikkim：Sandakphoo，Singalila Range	Kurosawa 1971
	28	——	Sikkim：Sandakphoo，Eastern Himalayas	Pahuja and Kumar 1971
	28	——	India：Valley of Flowers，Kumaon，Central Himalayas	Pahuja and Kumar 1971

1 材料和方法

本研究的材料全部取自野外，共 10 个居群(表 2，图 2)。每一居群采 10 株以上，但有时因植株比较分散采样在 10 株以下。根尖采取了以下二种预处理方法：01、02 号居群用 α-溴萘饱和水溶液预处理 3～3.5 h；03～10 号 7 个居群用 0.002 mol/L 8-羟基喹啉溶液预处理 4～6 h。预处理后用卡诺固定液固定 24 h 以上，1 mol/L 的盐酸在 60℃条件下解离 5～6 min，用改良的石碳酸品红染色，压片。按李懋学和陈瑞阳(1985)建议的标准，选取 5 个细胞进行核型分析。核型分类按 Stebbins(1971)的标准。为了便于与前人的研究结果相比较，本文同时采用了以"V，v，J，j"等表示染色体类型的方式。凭证标本存放于西北植物研究所标本馆(WUK)。

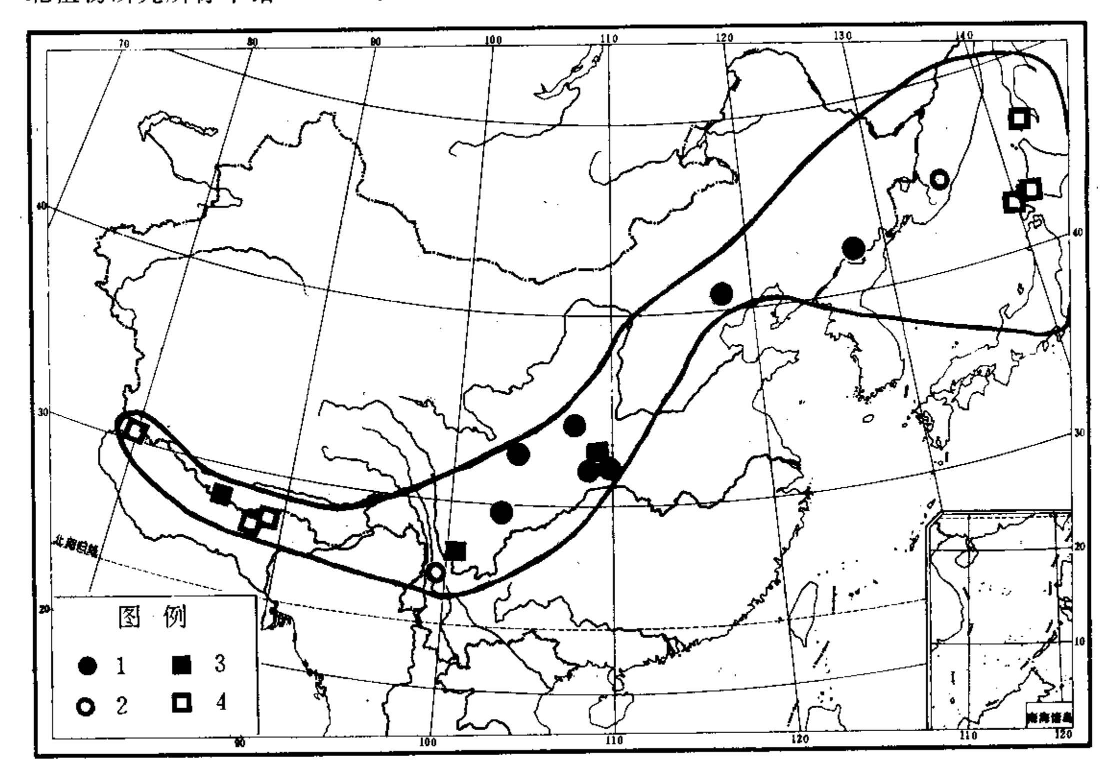


图 2 七筋姑的细胞地理学调查点、染色体数目及其分布图
Fig. 2 Cytogeographical survey sites, chromosome numbers and distribution map of *Clintonia udensis*
1, 2. 2n=14; 3, 4. 2n=28. (1, 3. present reported; 2, 4. previously reported)

2 观察结果

在 10 个居群中，从川西～吉林长白山的 7 个居群(03～06，08～10)为 2n=14 的二倍体(表 2，图 2)。尽管居群间核型或多或少有所差异，但总的来说却相当一致。染色体的大小、形态和核型图见图版 1:1，A。核型模式图见图 3:A。染色体各参数列入表 3。核型公式：K(2n)=2x=14=6m+6sm+2t(2SAT)或 K(2n)=2x=14=2V+6J+2v+4j(2NOR+2j)；最长染色体长 25.55 μm，最短 12.78 μm，比值 2.0，臂比＞2 的染色体占 28.57%，核型为 2A(→2B)型(Stebbins，1971)。

表 2　居群编号、产地、生境及染色体数目
Table 2　Population numbers, localities, habitats and chromosome numbers

居群号 No. of populations	产　地 Localities	生　境 Habitats	染色体数目 Chromosome numbers (2n)	凭证标本 Vouchers*
01	西藏：聂拉木 Nyalam, Tibet	冷杉-杜鹃林下，3200 m *Abies-Rhododendron* forest	28	李思锋 92-299
02	云南：丽江玉龙雪山 Mt. Yulongxue Shan Lijiang, Yunnan	冷杉-杜鹃林下，3700 m *Abies-Rhododendron* forest	28	李思锋 92-306
03	四川：峨眉山 Mt. Emei Shan, Sichuan	云杉、冷杉林下，2750 m *Picea-Abies* forest	14	李思锋 92-278
04	四川：南坪县九寨沟 Jiuzhaigou Nature, Reserve, Nanping, Sichuan	云杉林下，2630 m *Piciea* forest	14	李思锋 92-275
05	陕西：镇坪县化龙山 Mt. Hualong Shan, Zhenping, Shaanxi	南坡松栎混交林下，2100 m *Pinus-Quercus* forest of sorth slope	14	李思锋 91-273
06	陕西：镇坪县化龙山 Mt. Hualong Shan, Zhenping, Shaanxi	北坡巴山冷杉林下，2530 m *Abies* forest of north slope	14	李思锋 91-267
07	陕西：镇坪县化龙山 Mt. Hualong Shan, Zhenping, Shaanxi	北坡松栎混交林下，1850 m *Pinus-Quercus* forest of north slope	28	李思锋 90-246 92-284
08	陕西：太白山 Mt. Taibai Shan, Shaanxi	冷杉林下，2800 m *Abies* forest	14	李思锋 88-133
09	河北：兴隆县雾灵山 Mt. Wuling Shan, Xinglong, Hebei	针阔混交林下，1630 m *Picea-Betula* forest	14	李思锋 93-371
10	吉林：长白山 Mt. Changbai Shan, Jilin	云、冷杉林下，1620 m *Picea-Abies* forest	14	李思锋 93-374

* All the vouchers in WUK.

3 个居群(01，02，07)为 2n＝28 的四倍体(表 2，图 2)。其中 01 和 02 号居群的核型相当一致(图版 1：2，B．图 3：B．表 3)。核型公式：K(2n)＝4x＝28＝12m＋12sm＋2st＋2t(2SAT)或 K(2n)＝4x＝28＝4V＋12J＋4v＋8j(2NOR＋6j)；最长染色体长 27.87 μm，最短 13.93 μm，比值 2.0，臂比＞2 的染色体占 35.71％，2A(→2B)核型。

07 号与 01、02 号居群的核型具相似性但有差异，主要表现在随体的位置及第 10、14 对染色体的形态差异较大。在根尖细胞有丝分裂中期前者未见随体(图版 1：3，C)，而是在有丝分裂后期在第 6 对染色体的长臂上偶尔观察到(图版 1：4)；前者第 10、14 对染色体臂比值分别是 1.81 和 2.66，后者是 2.88 和 7.33。其它各对染色体也存在着不同程度的差异(详见表 3 及图 3：B)。核型公式为 K(2n)＝4x＝28＝10m＋16sm(2SAT)＋2st 或 k(2n)＝4x＝28＝4V＋12J(2NOR＋10J)＋4v＋8j；最长(23.72 μm)与最短(12.97 μm)染色体之比 1.83，臂比＞2 的染色体占 35.71％，属 2A 型。

经过对这 10 个居群上百株植物的观察，不管是二倍体还是四倍体居群，其染色体数目非常稳定，在同一居群内没有发现不同倍性个体的混生现象，也没有发现非整倍体变

异。

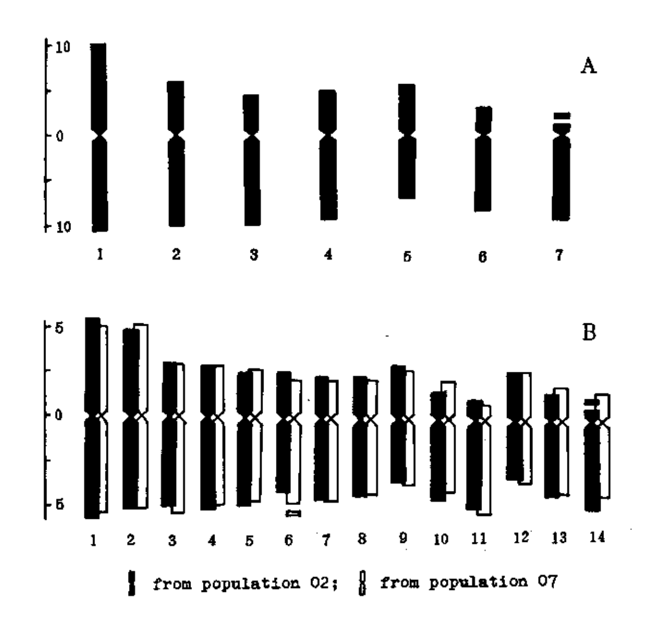


图3 七筋姑二倍体与四倍体居群的核型模式图
Fig. 3 Idiograms of diploid and tetraploid population of *Clintonia udensis*
A. diploid(2n=14), from population 03; B. tetraploid (2n=28).

形态上，四倍体与二倍体的主要差异在于前者的种子较大，01、02、07 号居群的种子大小分别为长 4.1～5.2 mm，3.5～4.2 mm，4.8～5.5 mm；宽 2.0～2.5 mm，1.7～2.2mm，2.0～2.5 mm，而 7 个二倍体居群的种子大小在不同居群间虽然有差异，但普遍较小，其长 2.6～3.5 mm，宽 1.3～1.7 mm。在其它方面尚未发现明显的差异。

3 讨 论

3.1 关于 Clintonia 属的染色体基数(x)

基于北美 4 种和东亚地区两端(日本、喜马拉雅地区)材料的染色体数目 2n=28，过去曾一直认为 *Clintonia* 属的染色体基数 x=14 (Utech，1975；Utech *et al*. 1975)，在属内没有多倍体，只是 *C. borealis* 的个别居群出现非整倍现象(2n=32)(Utech，1975，1972；Lôve *et al*. 1966；Walker，1944). Sen(1975)* 曾根据 Sokolovskaya(1966)报道的俄罗斯滨海边区的材料 2n=14，指出该属的染色体基数 x 可能是 7 而非 14；王丽等(1993)根据云南云龙材料 2n=14 也认为该属的 x=7。本文观察结果，同意该属 x=7 的结论。

核型资料表明，七筋姑属的原始类型在东亚(但目前没有证据表明该属起源于喜马拉雅* 地区)，北美是该属的次生分化中心和现代分布中心。

3.2 关于 C. alpina 和 C. udensis var. alpina 的分类学问题

"*alpina*"这个加词于 1839 年由 Royle 发表，放入 *Smilacina* 属中，1850 年 Kunth 将它移入 *Clintonia* 属，皆系裸名。之后，Baker(1875)补充了它的特征描述，并记载了东亚的两

* Sen(1975) 误引为喜马拉雅地区的材料。

表 3　七筋姑的染色体参数

Table 3　The parameters of chromosomes of *Clintonia udensis*

Population number	Numbered chromosomes	Relative length(%) (L+S)	Arm ratio (L/S)	Classification
03	1	10.63+10.11=20.74	1.05	m
	2	10.06+5.98=16.04	1.68	m
	3	9.84+4.91=14.75	2.00	sm
	4	9.12+4.88=14.00	1.87	sm
	5	6.91+5.67=12.58	1.22	m
	6	8.40+3.12=11.52	2.69	sm
	7*	9.18+1.20=10.38	7.65	t
02	1	5.63+5.36=10.99	1.05	m
	2	5.14+4.87=10.01	1.06	m
	3	4.99+2.95=7.94	1.69	m
	4	5.08+2.83=7.91	1.80	sm
	5	4.89+2.42=7.31	2.02	sm
	6	4.32+2.57=6.89	1.68	m
	7	4.49+2.32=6.81	1.94	sm
	8	4.30+2.31=6.61	1.86	sm
	9	3.55+3.01=6.56	1.18	m
	10	4.44+1.54=5.98	2.88	sm
	11	4.88+1.07=5.95	4.56	st
	12	3.21+2.70=5.91	1.19	m
	13	4.14+1.48=5.62	2.80	sm
	14*	4.84+0.66=5.50	7.33	t
07	1	5.40+5.04=10.44	1.07	m
	2	5.15+4.98=10.13	1.03	m
	3	5.40+2.90=8.30	1.86	sm
	4	4.90+2.83=7.73	1.73	sm
	5	4.57+2.70=7.27	1.69	m
	6*	4.78+2.08=6.86	2.30	sm
	7	4.57+2.08=6.65	2.20	sm
	8	4.24+2.18=6.42	1.94	sm
	9	3.64+2.70=6.34	1.35	m
	10	3.94+2.18=6.12	1.81	sm
	11	5.22+0.84=6.06	6.21	st
	12	3.35+2.70=6.05	1.24	m
	13	4.05+1.87=5.92	2.17	sm
	14	4.15+1.56=5.71	2.66	sm

* SAT-chromosome, the satellite length not included.

个种：*C. alpina* 和 *C. udensis*，其后，由 Hara *et al* (1963)将 *C. alpina* 作为 *C. udensis* 的变种处理。纵观各时期不同作者的观点，将“*alpina*”与 *C. udensis* 所代表的类群之间的主要区别列入表 4。由表 4 可见，Baker 主要根据叶子大小、花序类型和花的数目，Hara 等则主要依据果实、种子大小和颜色作为 *C. alpina* 或 var. *alpina* 的分类依据。

据我们对本文研究的 10 个居群及 WUK 和 PE 保存的约 200 余份东亚七筋姑不同产地标本的观察，叶子及果实大小在同一居群不同个体间，果实有时甚至在同一植株上都不完全一致，其变异较大，很难从分布上和倍性上加以区分。花序类型上，七筋姑一般为总

状花序,但其变异也较大,一株植物上花的数目可以从1到多数,最多的一株达23朵花,且花序靠近顶部的花有呈伞形花序的趋势。即使在同一居群内这种变化也非常明显,无规律可循,说明叶子和果实的大小及花序类型和花的数目在此不能作为分类的依据。但是,种子的大小与植物的倍性,颜色与地理分布有关。成熟期种子随多倍化而增大(见观察结果);在种子颜色上,从喜马拉雅经云南、四川直至秦岭东部为淡褐色,从山西吕梁山经河北、辽宁 吉林直到西伯利亚和日本一带均为深褐色,但其颜色与植物的倍性无关。显然,淡褐色的"小种子"类型并非喜马拉雅地区的 *C. udensis* var. *alpina* 所特有,在此也不能作为该变种分出的依据。

表4 不同作者描述的 *C. alpina*(var. *alpina*)与 *C. udensis* 之间的区别特征

Table 4 The differential characters berween *C. alpina*(var. *alpina*) and *C. udensis* described by previous authors

作 者 Authors	区别特征 Differential characters	*C. alpina* (*C. udensis* var. *alpina*)	*C. udensis*	备注 Notes
Baker (1875)	叶 长 Leaf length	10~22. 5 cm	22. 5~30 cm	因区别特征极不明显,Baker 自己也认为"或许 *C. udensis* 仅仅作为 *C. alpina* 的一个变种?" Because of no obvious differences between two taxa, Baker himself also considered that"An sit varietas mera *C. alpina*?"
	叶 宽 Leaf width	5~10 cm	7. 5~10 cm	
	花序类型 Inflorescences	总状花序具6~15花,顶部有些花伞形花序状 with 6~15 racemiferous folwers. or, some umbelliferous flowers on the top	伞形花序,花3~4或5~8 umbelliferous, with 3~4, or 5~8 flowers	
	分布 Distribution	喜马拉雅地区 central & oriental Himalayas	日本,东西伯利亚 Japan, eastern Siberia	没有中国分布的详细资料 no detailed references to Chinese distribution
Hara and Kurosawa (1963) Hara (1971)	花序及花 Inflorescences & flowers	花序初时下垂,较小,具略为紫色的花,雄蕊稍长 inflorescences nodding at first, slightly smaller often violescent flowers, and slightly longer stamens	未提及。但可理解为如原始描述并与 var. *alpina* 相区别 not mentioned, but can be considered as opposed to those of var. *alpina*	Hara & Kurosawa 将 *C. alpina.* 作为 *C. udensis* 的变种时依据的的特征,但 Hara(1971)又指出这些差异很小,而二者的核型相同 The diagnostic characters with which Hara and Kurosawa treated *C. alpina* as avariety of *C. udensis*, but Hara (1971) pointed out that these differences"are rather slight, and the karyotype is the same in both plants"
	果实 Fruits	较小,几为黑色 smaller, almost black	较大,深蓝色或几为黑色 larger, dark blue or almost black	Hara(1971)补充的区别特征(*C. udensis* 的特征依据日本植物) differential characters supplemented by Hara(1971)and those of *C. udensis* based on Japanese plants
	种子 Seeds	长2. 5~3. 3mm,淡褐色 2. 5~3. 2 mm long and pale brown	较大,长3. 5~4 mm,深褐色 larger, 3. 5~4 mm long and dark brown	
	分布 Distribution	喜马拉雅及中国西部 Himalayas (Garhwal to Bhutan), and W, China	喜马拉雅中部以东至日本 Central Himalayas eastward to Japan	

Hara(1971), Hara *et al* (1964, 1963)和 Kurosawa(1971, 1966)对喜马拉雅地区"种子较小"的类型(*C. udensis* var. *alpina*)的形态描述和进行的核型分析(2n=28)所依据的

材料主要采自5～7月(花期或幼果期)，且Hara(1971)亲自注明1969年7月14日采自大吉岭的标本为幼果期。据我们观察，种子大小不仅与植物的倍性有关，而且也随成熟程度有很大变化，如7月24日采自太白山尚未成熟的种子大小为2.4～3.0 mm×1.1～1.5mm，而9月2日采自同一居群的成熟种子大小为3.3～3.5 mm×1.5～1.7 mm. 故我们认为，Hara及Kurosawa对所谓"种子较小"的类型的描述及进行的核型分析是否真实地反映了种子的大小还值得进一步研究。

综上所述，*C. alpina* 或 *C. udensis* var. *alpina* 都缺乏充分的分类依据，因此，我们赞成汪发缵等(1978)和吴征镒(1987)的处理意见，东亚暂按1种即 *C. udensis* 处理，在种下暂不作进一步区分。

参 考 文 献

王丽，顾志建，龚洵等，1993. 百合科六属十五种植物的细胞学研究. 植物分类学报. **31**(6)：549～559

汪发缵，唐进，1978. 中国植物志 第15卷. 北京：科学出版社. 26

李懋学，陈瑞阳，1985. 关于植物核型分析的标准化问题. 武汉植物学研究，**3**(4)：297～302

吴征镒，1987. 西藏植物志第5卷. 北京：科学出版社. 546

Baker J G, 1875. Revision of the genera and species of Asparagaceae. J Linn Soc Bot, **14**: 508～632

Cave M, 1970. Chromosomes of the Californian Liliaceae. Univ Calif Pub Bot, **57**

Hara H, 1971. The Flora of Eastern Himalaya. 2nd ed. report. Tokyo: Univ Tokyo Press. 166

Hara H, Kurosawa S, 1963. Cytotaxonomical studies on Japano-Himalayan elements (1). Journ Jap Bot, **38**: 71～74

Hara H, Kurosawa S, 1964. Cytotaxonomical remarks on some eastern Himalayan and Japanese plants. Advan Front Pl Sci, **8**: 25～31

Kapoor B M, 1970. In: IOPB Chromosome numbers reports XXVII. Taxon, **19**: 438

Kapoor B M, 1973. Cytology and supernumerary chromosome fragments in *Clintonia borealis* (Ait.) Raf. Caryologia, **26**: 457～467

Kawano S, 1965. Application of pectinase and cellulase in orcein squash method. Bot Mag Tokyo, **78**: 36～42

Kurosawa S, 1966. Cytological studies on sone eastern Himalayan plants. In: Hara H ed. The Flora of Eastern Himalaya. Tokyo: Univ Tokyo Press. 658～670

Kurosawa S 1971. Cytological studies on some eastern Himalaya plants. In: Hara H ed. The Flora of Eastern Himalaya. 2nd ed. report. Tokyo: Uviv Tokyo Press. 355～364

Löve A, Löve D, 1966. Cytotaxonomy of the alpine vascular plants of Mount Washington. Univ Colo Stud, Ser Biol, **34**: 27

Matsuura H, SutÔ T, 1935. Contributions to the idiogram study in Phanerogamous plants I. J Fac Sci Hokkaido Univ Bot, **5**: 33～75

Pahuja A N, Kumar V, 1971. Embryo sac development, cytology, and systematic position of *Clintonia*. Phytomophology, **20**: 97～102

Satô D, 1942. Karyotype alteration and phylogeny in Liliaceae and allied families. Jap J Bot, **12**: 57～132

Sen S, 1975. Cytotaxonomy of Liliales. Fedd Repert, **86**(5): 255～305

Smith F H, 1943. Megagametophyte of *Clintonia*. Bot Gaz, **105**: 263～267

Smity R W, 1911. The tetranucleate embryo sac of *Clintonia*. Bot Gaz, **52**: 209～217

Sokolovskaya A P, 1960. Geograficheskoe rasprostranenie poliploidnykh vidov rasteniy. (Issledovanie flory O. Sakhalina). Vestn Leningrad Univ Ser Biol, **4**: 42～58

Sokolovskaya A P, 1966. Geograficheskoe rasprostranenie poliploidnykh vidov rasteniy, Issledovanie flory Primorskogo kraya. Vestn Leningrad Univ Ser Biol, **1**: 92～106

Stebbins G L, 1971. Chromosomal evolution in higher plants. London: Edward Arnold

Utech F H, 1972. In: IOPB Chromosome numbers reports XXXVI. Taxon, **21**: 346

Utech F H, 1975. Biosystematic studies on *Clintonia* (Liliaceae-Polygonatae) Ⅱ. Cytogeography, chromo-

some number and morphology of the North American species of *Clintonia* Raf. Cytologia, **40**: 765～786

Utech F H, Suda Y, 1975. Biosystematic studies on *Clintonia* (Liliaceae Polygonatae) Ⅱ. Sometic chromosome number and chromosomal morphology of *Clintonia udensis* Trautvetter et Mey. Cytologia, **40**: 169～175

Utech F H, Thien L, 1973. Chromosome numbers in *Clintonia borealis* (Liliaceae). Mich Bot, **12**: 122～128

Walker R, 1944. Chromosome number, megasporogenesis and development of embryo-sac in *Clintonia*. Bull Torrey Bot Club, **71**: 529～535

Ying Tsün-shen, 1983. The floristic relationships of the temperate forest regions of China and the United States. Ann Missouri Bot Gard, **70**: 597～604

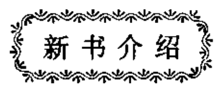
图版 1 说明 Explanation of Plate 1

Somatic chromosome and karyotypes of *Clintonia udensis*.

1, A. from Mt. Emei Shan, Sichuan (population 03), 2n=14(×800)

2, B. from Mt. Yulongxue Shan, Lijiang, Yunnan (population 02), 2n=28(×530)

3, C. and 4. from Mt. Hualong Shan, Zhenping, Shaanxi (population 07), 2n=28, 3(×530), 4(×606), C(×530)



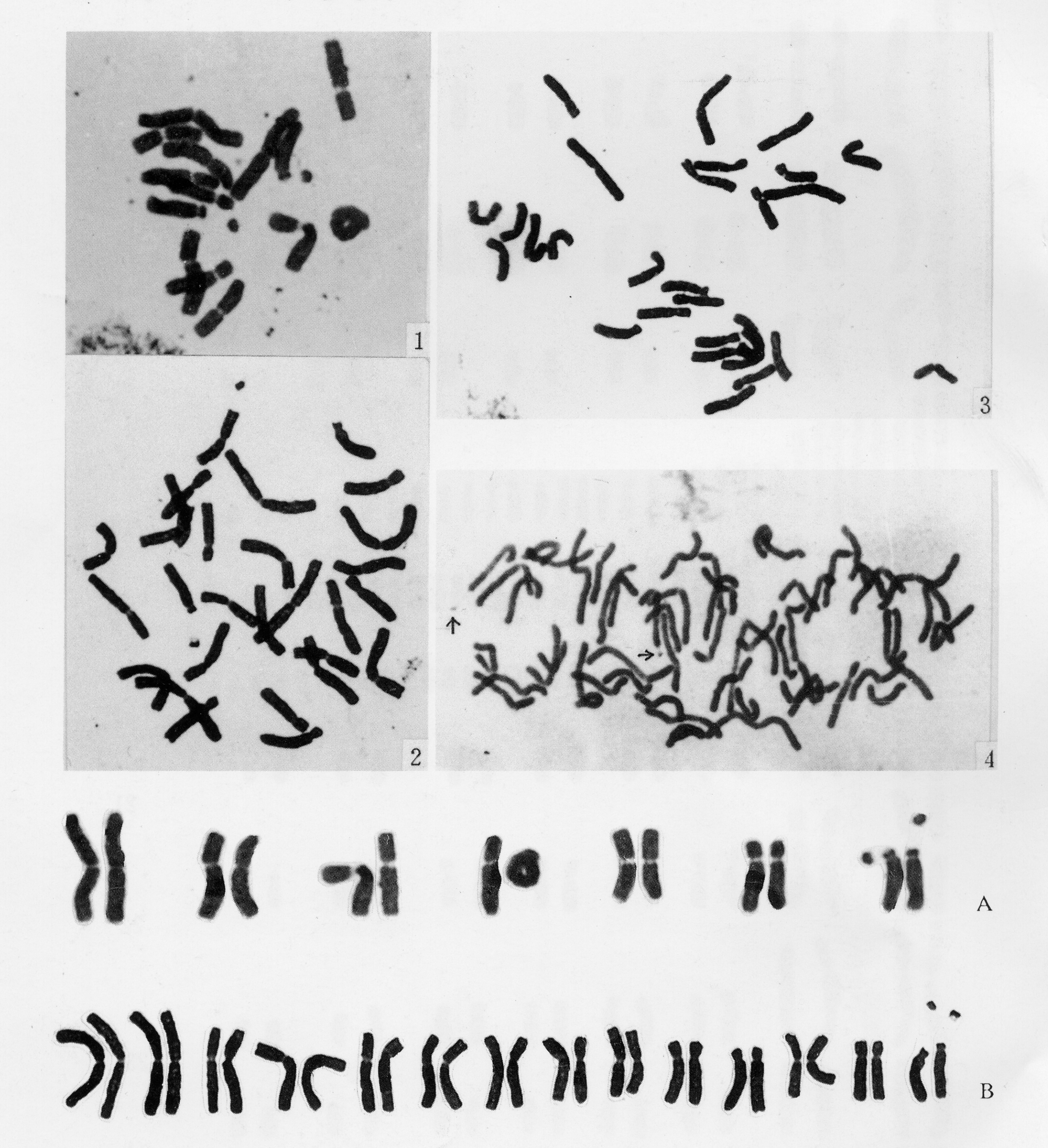
《植物等位酶分析》

由中国科学院植物研究所王中仁编著的《植物等位酶分析》一书，已由科学出版社出版，各地新华书店发行。等位酶(Allozyme)是有机体等位基因转录和翻译的直接产物，用凝胶电泳法可较简单而直观地识别出大量的基因位点和每个位点的多态性。它不仅可以检测出变化，并可以出色地确定出等位基因频率或基因型频率，把遗传变异数量化，从而使我们可以探测个体间的遗传差异和居群的遗传学结构，在大多数情况下它可以作为遗传标记反映整个基因组的遗传变异情况。所以，近 30 多年以来等位酶分析大大地扩展了我们对植物及包括人类在内的其他生物中存在的遗传结构和变异情况及类群间亲缘关系的了解。它已被广泛地用于生物学各分支领域的大分子水平遗传学研究。

等位酶分析是研究居群遗传学的主要手段，而居群遗传学又是研究进化生物学的基础，因此，它的采用也是近三十年来现代生物的进化论迅速发展的主要原因之一。它可以作为稳定的遗传学标记来了解生物种内和种间的遗传多样性以及它们之间的亲缘关系，在分子系统学研究中的应用也显示出了广阔的前景。结合生态学它也是研究生态遗传学或分子生态学的主要手段。在保护生物学研究中，它目前仍然是了解天然居群的遗传变异的水平和分布状况以及栽培作物种质资源的遗传多样性的最重要的研究手段，可以为制定保护和利用种质资源、保护珍稀濒危动植物的有效策略提供依据。它还有探查生物的繁育系统和交配类型、父系分析和基因流等许多方面的广泛用途。“水平切片淀粉凝胶电泳”等位酶分析以其经济、高效和比较安全的优点正在变成现代生物学研究中的一种常规手段。

该书不仅深入浅出地介绍了植物等位酶分析的基本概念、遗传学原理、应用范围和例证，而且详细地介绍了“水平切片淀粉凝胶电泳”的设备、操作方法和各种配方，以及对酶谱表现型的遗传学解释和居群遗传学主要指标的计算方法。全书共约 25 万字，绘制和引证使用了 50 多幅直观的图解，给出了常用酶在各种四级结构和不同植物倍性情况下的带型模式图、主要电泳器具的制作及使用操作图，并列举了难记并容易弄错的常用酶的名称和代号、化学药品名称、中英文及英中文名称术语对照索引以及丰富的参考文献等。书中列举的所有配方均按卡片大小排版，便于读者复印后直接贴成卡片使用。

该书不仅可供从事植物学、遗传学、生态遗传学、繁殖生物学、农业、林业、园艺、生态环境和种质资源保护等专业研究人员以及大专院校生物学有关专业师生参考学习，而且是一本非常实用的手册。



See explanation at the end of text